

参 考 文 献

- BEVERTON, R. J. H. and R. J. Holt (1957): On the dynamics of exploited fish population, Fish. Inv., Ser. II, 19
- BIRMAN, J. B. (1966): ガルブーシヤの数量動態に与える気候因子の影響、魚学諸問題第6巻第2(39)号、訳、ソ連北洋漁業関係文献集、第75集
- FOERSTER, R. E. (1968): The Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*, Bulletin 162, Fish, Res. Bd. Canada.
- KROGIUS, F. V. (1967): ネルカの数量的測定法、全連邦海洋漁業海洋学研究所報告第62巻、訳、ソ連北洋漁業関係文献集第83集
- 鉄 健司(1969): 水産資源の再生産と環境について、漁業資源研究会議報第9号
- MENSHUTKIN, V. V. (1967): 電子計算機によるオゼルナヤ系ネルカ群のモデル化試験、全連邦海洋漁業海洋学研究所報告第62巻、訳、ソ連北洋漁業関係文献集第83集
- 松下友成(1964): 北洋におけるサケ・マス資源
- RICKER, W. E. (1954): Stock and recruitment. J. Fish. Res. Bd. Canada, 11(5)
- 佐野 蘊(1968): 最近の気候変化の状況とサケ・マス再生産への影響、水産海洋研究会報: 13
- 田口 喜三郎(1966): 太平洋産サケ・マス資源とその漁業
- 田中 昌一(1968): 資源研究の理論と実際

6 ベニゲケの来遊予測方法の改善について

花 村 宣 彦 (南西海区水産研究所)

(1) はじめに

水産海洋研究会の幹事から第7回北洋座談会でサケマスの来遊予測の方法の改善あるいは予測そのものについて何か参考になるような話題があつたら提供してほしいという依頼があつた。たまたまベニザケの淡水生活期における発育や生長のテンポがその発生年級群自体の数量とどのような関係があるか、あるいは淡水生活期において共存する他の発生年級群の数量などとはどのような関係があるのかなどについて分析考察を進めていたのでこの事を一つの話題にしてみてもどうかと考えた。更に今一つ淡水生活期に色々な発育テンポや生長テンポをたどつた降下稚魚群がその後海洋生活期においてどのような成熟回帰のパターンを示すかについても当該年級群自体の数量との関係においてあるいは海洋で共存する他の水系群や他の年級群の数量との関係において

分析考察していたのでこのことも話題にあげてみようと考えた。そしてそれらの色々な相互関係を組み入れて予測するとどうなるかということについても一つの話題が提供できると考えた。ここでは紙面の制約等もあるので分析考察していたアラスカ地方やカムチャツカ地方のベニザケ各水系群の全てについて述べることはできないのでその中から代表的事例として1~2の水系群について述べるにとどめる。しかしここに述べることは原理的には他のサケマス¹の来遊予測方法の改善にも応用できると考えるしここには記述していないまでも北太平洋のベニザケの主要な地方群あるいは水系群には全てここに述べるような原則的な関係がそれぞれ具体的に明白に認められていることを付言しておく。

(2) 既往の各年における予測と実際

筆者は本会の過去何回かの北洋座談会をはじめ機会あるごとにベニザケの各水系群の資源生物学的分析考察の際にはそれらは更に世代群とかサブストックとかに細区分してそれぞれの再生産関係が認識されなければならないことおよびその年令別の成熟回帰のパターンがそれぞれの年級群の発育や生長のテンポとの関係においてあるいはまた数量状態との関係において認識させなければならないこと、そしてそのような知見に基づいて来遊予測の方法がどのように改良されねばならないかを1966年以降常に提唱しつづけてきた。ちなみにその結果を例示してみると改良した方法によるブリストル地方のベニザケの予測と実際とを振り返ってみるといずれも過去の本会の北洋座談会で資料等によつて明らかにしてきたところであるが、1967年には800~1,000万尾という予測に対して実際には1,050万尾内外という実績であつたし、1968年には平均推定で880万尾という予測に対して実際には大体800万尾内外という実績であつた。魚類資源の数量予測精度の現状からすればいずれも既述の中に近い予測であつたということができよう。

アメリカ、カナダ側などをはじめ我国でも一般に用いられている在来法による予測ではその再生産関係の考察に世代群(またはサブストック)区分けを導入していないことおよび年令別の成熟回帰のパターンについて水系群変異、世代群変異あるいは年級群変異等を導入していないことなどから機械的に劃一的な平均係数をあてはめているという不十分さがあり、その結果資源量水準が高い側では一般に過少予測となつてしまつているし、低い側では逆に過大予測になつてしまつている。

(3) ナクネク〜クビチャク水系のベニザケについて

ナクネク〜クビチャク水系のベニザケ資源はブリストル地方のベニザケ資源の中で量的に最も大きな部分を占めている。1952年、1956年、1957年、1960年、1961年および1965年など沖合における日本の母船操業区域にベニザケが非常に高い豊度で来遊した年においては、いずれの年にもブリストル系のベニザケの豊度が高かつたし、しかもその中味はナクネク〜クビチャク水系のベニザケによつてその70~80%もの部分が占められていたことがア

メリカ側の資料などによつても明らかにされている。

このことからナクネク〜クビチャク水系のベニザケについての漁業生物学上の知見が非常に大切なものであることは明らかであるしこのベニザケ群の資源状態の評価や予測が實際上漁業上極めて大切であることが明らかなのでまず代表例としてこの水系群について考察してみることにする。

1) 世代群別(おそらくこの水系群内に幾つかのサブストックが存在することに由来していると考えられる)の再生産関係をみると第1図のとおりである。次に各年級群毎の年令別回帰結果

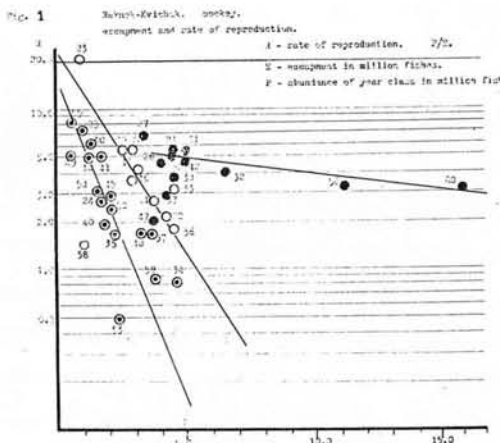


Fig. 1. Naknek-Kvichak. Sockeye. escapement and rate of reproduction.

を基にして年級群別の群平均淡水内越冬回数(孵出後の越冬回数で淡水生活期の発育テンポの遅速を間接的に表わしていることになる)とかそれぞれの年級群の年令別の成熟回帰のパターンとかあるいは1+年2+年ないし3+年で降下した各年級の稚魚群がその後海洋で2冬あるいは3冬すごして成熟回帰するパターンなどを計算したものが第1表でありこれを図示したのが第2図と第3図である。

2) まず第1図と第2図によつて考察してみよう。

淡水生活期における発育のテンポは1954年1959年1960年および1961年の各年級群において遅くなっている。これらの年級群はその属する世代群の再生産曲線に照してみるといずれも親魚の過剰遡上による過密再生産となつているようである。1953年1957年の両年級群もその淡水生活期の発育テンポが遅くなっている。これら2つの年級群の資源豊度は低いにもかかわらずその淡水生活期の発育のテンポが遅くなっているのはこれら年級群に先行する1952年と1956年の両年級群の発生豊度が極めて高い水準であつたため河川湖沼においてそれらと共存競合したためであろうと推察される。

1952年1956年の両年級群はその豊度は非常に高いものであつたがその属する再生産関係に照してみるといまだ過密状態には遠いものであるためあるいはまた先行する大発生年級群の存在も無かつたため淡水生活期の発育のテンポは順調なものであつたとみることができる。そしてこの第2図に明らかに示されるようにそれぞれの年級群の淡水生活期の発育のテンポの遅速に応じて各年令別の成熟回帰のパターンも一定の規則性のもとに定まるとみることができる。一般的にいってサケマスについては年令別の成熟回帰割合にはある規則性があることが認められていてこの規則性は資源状態の評価や予測にも応用されている。しかし在来の手法にお

けるその内容は単
に長年の資料に基
づく算術的な平均
係数を用いている
に止まつていてそ
の生物学上の意味
の探究に欠けてい
るのでこの点は改
められねばならな
い。その規則性と
は単なる長年の平
均係数を意味する
ものではない。

この第2図にも
示されるように水

系群により世代群により年級群によりかつまたその年級群自体の数量や先行共存する大発生年級群の有無などとも関係しながら定まつてくる生長や发育のテンポなどと密接に関係しながら一定の規則性をもつて変化する係数が応用できるという意味での規則性であることを明解に認識すべきであろう。単純にただ長年の算術平均的な係数を用いることがいかに大きな間違であ

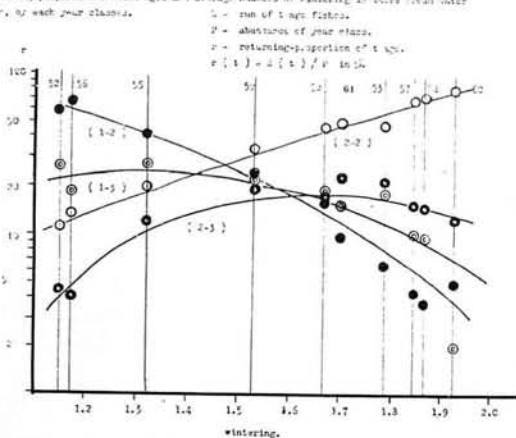
るかについてはこの第2図が極めて明白に示している。

3) 次に各年級群の1⁺年魚2⁺年魚の降下稚魚群についてその降下指数と平均体長が年々観測されているがこの資料に基づいて若干の考察をしてみよう。今各年の降下稚魚指数が次のように得られているものとしてみよう。

Table. 1 Returning-proportion of Naknek-Kvichak sockeye salmon (coastal catch and escapement) in three each age by each year classes, in 1,000 fishes.

Year class.	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
$\bar{r} (1-2)$	11589	76	167	1675	2412	225	207	745	2702	586
$\bar{r} (1-2) / \bar{r} (1-1)$	59.4	6.8	2.9	42.3	65.0	4.5	16.1	24.4	3.1	11.2
$\bar{r} (1-3)$	4882	206	415	1029	6689	517	241	684	1051	971
$\bar{r} (1-3) / \bar{r} (1-1)$	25.5	18.4	2.7	26.0	18.0	10.5	18.7	22.4	2.0	18.9
$\bar{r} (2-2)$	2059	549	3012	749	4842	3491	605	1023	42119	2333
$\bar{r} (2-2) / \bar{r} (2-1)$	10.6	49.0	70.7	19.9	15.1	69.2	47.0	32.5	80.0	46.6
$\bar{r} (2-3)$	857	249	647	486	1432	799	226	595	6766	1171
$\bar{r} (2-3) / \bar{r} (2-1)$	4.5	22.2	15.2	12.3	3.9	15.8	17.6	12.9	12.9	23.4
$\bar{r} (3-2)$	3	40	0	16	2	5	3	1	10	5
$\bar{r} (3-2) / \bar{r} (3-1)$	+	0.1	0	0.4	+	0.1	0.2	+	+	+
$\bar{r} (3-3)$	3	1	24	1	1	5	4	2		
$\bar{r} (3-3) / \bar{r} (3-1)$	+	0.1	0.6	+	+	0.1	0.3	0.1		
\bar{r}	19173	1121	4265	3956	37078	5042	1286	3050	52628	4966
$\bar{r} (1^+)$	34.9	25.2	13.6	69.5	83.0	14.8	34.8	46.8	7.1	30.1
$\bar{r} (2^+)$	15.1	71.2	85.9	31.2	17.0	85.0	64.6	55.0	92.9	70.6
$\bar{r} (3^+)$	+	3.7	0.6	0.4	+	0.2	0.5	0.1	+	+
average numbers of wintering in three fresh water life, 1.151	1.787	1.872	1.319	1.170	1.854	1.655	1.551	1.929	1.707	
$\bar{r} (1-2) / \bar{r} (1^+)$	70.0	27.0	28.7	61.9	78.3	30.4	46.3	52.1	71.8	37.3
$\bar{r} (2-2) / \bar{r} (2^+)$	30.9	75.0	71.3	29.1	21.7	69.6	53.7	47.2	29.2	62.7
$\bar{r} (3-2) / \bar{r} (3^+)$	70.2	69.0	82.3	65.6	77.1	81.4	72.8	63.2	36.1	66.5
$\bar{r} (2-3) / \bar{r} (2^+)$	29.8	51.0	17.7	39.4	22.9	18.6	27.2	36.8	13.9	33.5
average numbers of wintering in three ocean life.	2.300	2.406	2.254	2.384	2.219	2.262	2.367	2.421	2.149	

Fig. 2 Naknek-Kvichak sockeye salmon population. Returning-proportion in each age and average numbers of wintering in three fresh water life, by each year classes.



年次	a年	b年	c年	d年
1 ⁺ 年魚降下稚魚指数	1 a	1 b	1 c	1 d
2 ⁺ 年魚降下稚魚指数	2 a	2 b	2 c	2 d

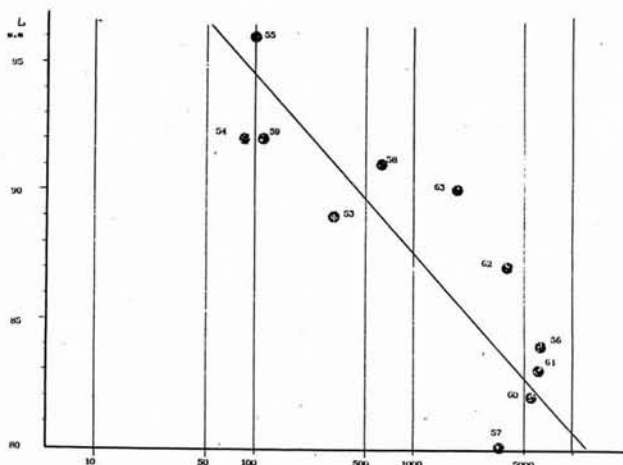


Fig. 3. Averaged length of 1⁺ red salmon smolt by year classes and total index of abundance of co-distributed red salmon in Kvichak river system.

指数でしかない。第3図には各年級群の1⁺年魚の降下群の平均体長とその年級群稚魚と共存した稚魚群の数との間には負の指数的相関があることが示されている。また第4図には各年級群の2⁺年魚の降下群の平均体長とその年級群稚魚の総降下指数との間には負の指数的相関があることが示されている。

これらのこと

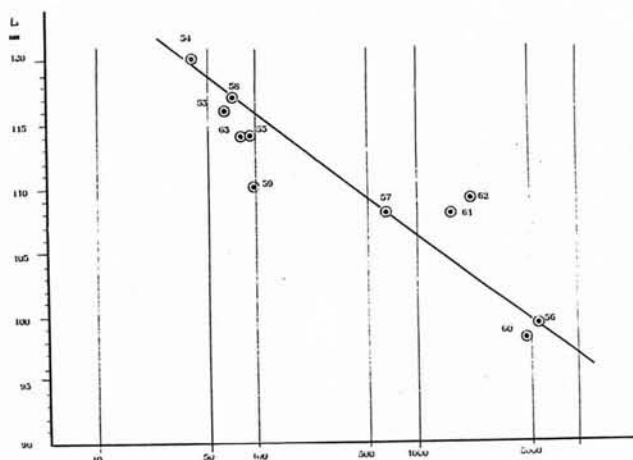


Fig. 4. Averaged length of 2⁺ age group red smolt and total index of abundance of them by year classes in Kvichak river system.

そうするとある年に発生した稚魚の降下総指数は近似的には $1a + 2b$ 、 $1b + 2c$ 、 $1c + 2d$ ……等となる。また、 $1a + 2a + 2b$ 、 $1b + 2b + 2c$ 、……等の値は相対的にある発生年級稚魚群が淡水域で共存した稚魚群の数量を示していることになる。勿論これら2種類の指数は共に稚魚の死亡などを捨象している扱いであるから極めて粗い低次の近似

は上述の1)に述べられたように発生群自体の豊度や共存する群の豊度との関係で淡水生活期におけるベニザケの各年級群の発育のテンポが変化するというを生長の面からも裏付けていることになる。またこの関係に照して降下指数とその体長の資料とを基にしてその年級群の淡水生活期の発育のテンポを推測して年令別の成熟回帰のパターンを予測することもできる。

(4) ブリストル地方のベニザケ全体についての分析考察

ウガシク水系ヌシヤガク水系あるいはエゲギク水系などブリストル地方の主要な各水系のベニザケについても上述のナクネク〜クビチャク水系のベニザケの場合と同様の分析考察を行なつてあるしそれぞれの水系群についてその特性値も得られている。カムチャツカ地方のベニザケについても同様である。紙面の都合でそれらの全てについて逐一ここに述べることはブリストル地方のベニザケを全体として眺めて考察する中から極めて興味深い現象を見出すことができる。

まずブリストル系のベニザケとして全体をまとめてその再生産関係をみると第5図が得られる。

1) 淡水生活期における各年級群の発育のテンポ

第6図をみると1954年1959年1960年および1961年の各年級群の発育テンポは遅くなつている。これらの各年級群はその属する世代群別再生産曲線からみるといずれも親魚の過剰溯上による過密再生産と考えられる。また1953年1957年の両年級群の淡水生活期の発育テンポも遅くなつている。

その資源の豊度が低かつたにもかかわらず発育テンポが遅くなつているのはその発生に先行して1952年級群と1956年級群という大発生級群が発生して河川湖沼内でそれらと共存し競合したためであろうと推察される。

1952年、

1956年の両年級群の豊度は非常に高いものであつたがその属する再生産曲線に照してみるとまだ過密の水準には及ばないものであつたし、かつまた先行した大発生年級群稚魚との共存

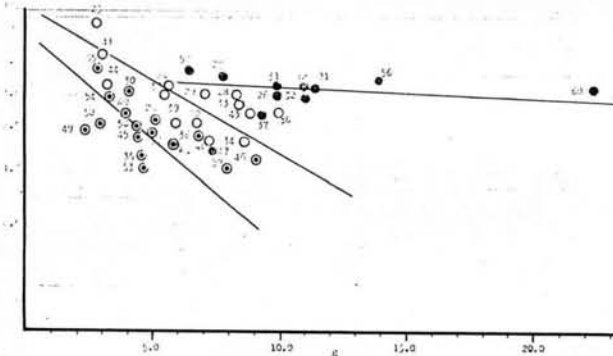


Fig. 5. Bristol bay sockeye escapement and rate of reproduction.
 R: rate of reproduction. P/E.
 E: escapement in million fishes.
 P: abundance of year class in million fishes.

といったこともなかつたためその淡水生活期の发育テンポは順調であつたとみることができる。

2) 各年級群の1⁺年魚、2⁺年魚

の降下稚魚群がその後のそれぞれ海洋で2冬ないし3冬越冬して成熟回帰したパターンを第7図に示してみた。この図によつてみるとまず一般的にいつて2⁺年で降下した群の方が1⁺年で降下した群よりも平均海洋生活期間が短いということが判る。そして非常に興味深いことは1953年1957年1961年などの各年級群において1⁺年で降下した群のうち海洋で2冬越冬して成熟回帰したもののパターンが他の年級群の場合のそれに比べて著しく少ない割合になつていて、逆に海洋で3冬越冬して成熟回帰するもののパターンが非常に多い割合になつていることである。

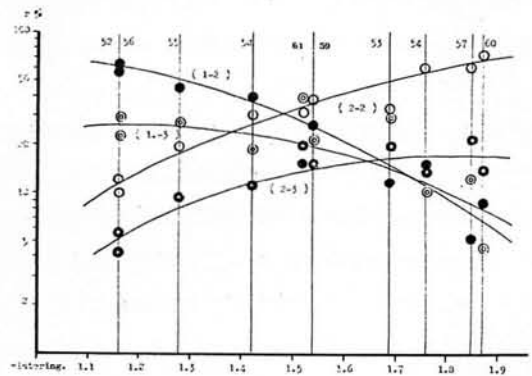


Fig. 6. Bristol Bay (total) sockeye salmon Population. returning - proportion in each and average numbers of wintering in there fresh water life, by each year classes.
 R : run of t age fishes.
 P : abundance of year class.
 r : returning proportion.
 $r = R(t) / P$ in %.

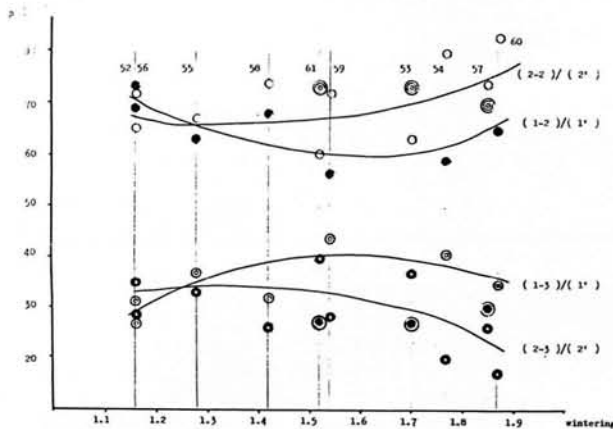


Fig. 7. Bristol Bay sockeye. returning - Proportion at there 2 or 3 ocean ages and average number of winterings in there fresh water life, by each year classes.

この1953年1957年および1961年の各発生年級群はそれぞれ先行した1952年1956年および1960年の各発生年級群がいずれも非常に高い豊度のものではあつたという点で共通している。海洋生活期において先行した大発生年級群と共存したためその成熟のテンポが著しく遅れたと考えるのが妥当であろう。

3) ウガシク水系ヌシヤガク水系 およびエゲキク水系など各水系

のベニザケにおいても1953年1957年および1961年などの各年級の1⁺年の降下群の成熟のテンポは著しく遅れている。これら各水系の各年級群の淡水生活期の発育のテンポはそれぞれの水系群に特有な様相を示しているが、海洋生活期における一様な成熟のテンポの遅れはナクネク〜クビチャクの水系のベニザケの1952年1956年および1960年の発生年級群の豊度が極めて高かつたことの影響によるものと推察される。

4) 1969年と1970年漁期におけるブルストル地方のベニザケの来遊予測。

各水系群についての世代群別再生産曲線の適用および再生産予測量と発育テンポや成熟テンポとの関係などの導入によつて改良した方法を用いて予測するとブルストル地方のベニザケの来遊見込み量は下記のとおりである。

(単位 万尾)

年 令	4 ₂	5 ₂	5 ₃	6 ₃	計
1969年	615	170	300	120	1,205
1970年	85	400	6,100	130	6,715

注) いずれも平均推定値であるためそれぞれ内外であるが省略してある。